

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

11 N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 734 362

21 N° d'enregistrement national : 95 05853

51 Int Cl⁶ : G 01 N 9/00, H 02 B 13/055, H 01 H 9/50

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 17.05.95.

30 Priorité :

43 Date de la mise à disposition du public de la demande : 22.11.96 Bulletin 96/47.

56 Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du présent fascicule.*

60 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

71 Demandeur(s) : GEC ALSTHOM T ET D SA
SOCIÉTÉ ANONYME — FR.

72 Inventeur(s) : THURIES EDMOND et DUPRAZ JEAN
PIERRE.

73 Titulaire(s) :

74 Mandataire : ALCATEL ALSTHOM RECHERCHE.

54 PROCÉDE ET DISPOSITIF DE DETERMINATION DE LA MASSE VOLUMIQUE D'UN GAZ D'ISOLEMENT D'UN APPAREIL ELECTRIQUE.

57 Procédé et dispositif pour déterminer la masse volumique d'un gaz d'isolement d'un appareil électrique au voisinage des pièces parcourues par le courant, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes:

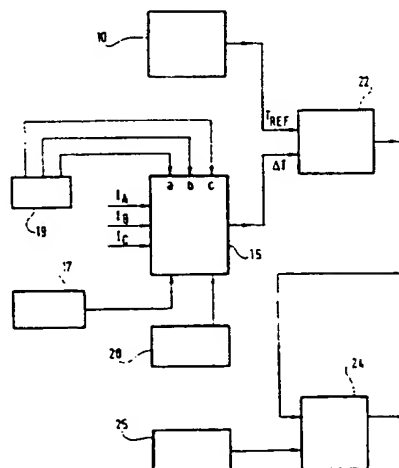
a) on mesure une température de référence (T_{ref}) extérieure à l'appareil au voisinage de celui-ci,

b) on mesure le courant (I_A , I_B , I_C) traversant l'appareil et l'on détermine, à partir des valeurs d'échauffement du gaz en fonction de la valeur du courant et pour diverses températures de référence, l'échauffement (ΔT) du gaz au dessus la température de référence, ces valeurs d'échauffement ayant été préalablement déterminées par des essais ou par un modèle mathématique,

c) on calcule la température du gaz (T) par addition de la température de référence (T_{ref}) et de l'échauffement (ΔT),

d) on mesure la pression (P) du gaz à l'intérieur de l'appareil,

e) on calcule la masse volumique ρ du gaz à partir des équations d'état $\rho = F(T, P)$ du gaz, qui sont des données tabulées.



FR 2 734 362 - A1



PROCEDE ET DISPOSITIF DE DETERMINATION DE LA MASSE VOLUMIQUE D'UN GAZ D'ISOLEMENT D'UN APPAREIL ELECTRIQUE

La présente invention concerne un procédé et
dispositif pour la détermination de la masse volumique d
5 gaz d'isolement d'un appareil électrique.

Les appareils électriques, tels que les disjoncteurs
conventionnels sur colonnes isolantes en porcelaine ou
isolants synthétiques, ainsi que les postes sous enveloppes
métalliques à la terre, dits postes blindés, utilisent
10 souvent un gaz d'isolement à bonnes propriétés
diélectriques, tel que l'hexafluorure de soufre, de formule
chimique SF₆.

Les diverses caractéristiques de ces appareils, telles
que le pouvoir de coupure ou la tenue diélectrique
15 dépendent de la densité du gaz d'isolement. Selon
les normes, la démonstration de leur capacité d'interruption
de leur tenue diélectrique, etc..., est effectuée au seuil
minimal de masse volumique garantie par le constructeur,
exemple 30 kg/m³ pour le SF₆.

20 Pour surveiller la masse volumique du gaz d'isolement
et détecter le seuil minimal de bon fonctionnement, chaque
appareil ou compartiment renfermant du gaz est équipé d'un
appareil de mesure de la densité du gaz, appelé densimètre.
Ces densimètres peuvent mettre en oeuvre des principes
25 physiques différents, par exemple la variation de
fréquence d'oscillation d'un quartz ou la déformation d'une
membrane associée à un calcul de compensation de
température, ou encore la comparaison de pression avec
un volume de référence rempli du même gaz. Cette liste n'est
30 pas limitative.

Le bon fonctionnement de ces densimètres suppose
qu'ils sont à la même température que le gaz dont ils sont
chargés de mesurer la densité. Il est connu en effet que la
masse volumique ρ d'un gaz est liée à sa température T et
35 sa pression P par une relation:

$$\rho = F(T, P)$$

Tout pourcentage d'erreur sur T entraîne un pourcentage d'erreur égal sur p à une pression P donnée.

Les densimètres sont installés d'une façon quasi générale, pour les disjoncteurs conventionnels sur colonnes isolantes, au pied des colonnes. A cet endroit, si la
5 pression est sensiblement la même que dans les chambres de coupure puisque les pressions s'égalisent toujours dans des volumes en communication; la température y est, par contre, notablement plus basse que dans la chambre de coupure
10 lorsque celle-ci est traversée par le courant nominal.

La situation est analogue pour les postes blindés. En effet, de façon quasi générale également, les densimètres sont installés à la surface extérieure des enveloppes métalliques. Ces enveloppes sont, de même que précédemment,
15 notablement plus froides que les organes de coupure ou que les barres qu'elles contiennent. Un gradient de température s'établit en effet entre le centre des appareils et les parois extérieures. De même que précédemment, la même pression règne dans tout le volume, mais les températures
20 étant différentes, le gaz ne présente pas la même densité partout. Elle est plus faible au centre vers les parties chaudes que vers l'extérieur.

A titre d'exemple, il est fréquent que dans une chambre de coupure de disjoncteur conventionnel, traversée
25 par le courant de charge, la température du gaz à l'intérieur de cette chambre soit de 30° supérieure à la température ambiante. En prenant une température ambiante à 20°C , soit 293K , l'erreur sur la masse volumique mesurée est de 10% environ. Pour une pression de seuil de 5 bars à 20°C ,
30 l'erreur traduite en pression est de 500 millibars.

Quand on sait que les pouvoirs de coupure, en défaut de ligne par exemple, sont sensibles à des réglages de pression d'environ 100 millibars, et que pour tirer au plus juste le dimensionnement de leurs appareils, les
35 constructeurs demandent des appareils de mesure de pression ayant une précision au moins égale en valeur absolue à 50

millibars, on voit qu'une erreur de 500 millibars aberrante.

Un but de la présente invention est de définir un procédé de calcul de la densité d'un gaz dans une zone inaccessible d'un appareil électrique, avec une bonne précision, cohérente avec les cahiers des charges ou normes imposées.

L'invention a pour objet un procédé pour déterminer la masse volumique d'un gaz d'isolement d'un appareil électrique au voisinage des pièces parcourues par un courant, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes:

a) on mesure une température de référence (T_{ref}) extérieure à l'appareil au voisinage de celui-ci,

b) on mesure le courant (I_A , I_B , I_C) traversant l'appareil et l'on détermine, à partir des valeurs d'échauffement du gaz en fonction de la valeur du courant pour diverses températures de référence, l'échauffement (ΔT) du gaz au-dessus de la température de référence, ces valeurs d'échauffement ayant été préalablement déterminées par des essais ou par un modèle mathématique,

c) on calcule la température du gaz (T) par addition de la température de référence (T_{ref}) et de l'échauffement (ΔT),

d) on mesure la pression (P) du gaz à l'intérieur de l'appareil,

e) on calcule la masse volumique ρ du gaz à partir des équations d'état $\rho = F(T, P)$ du gaz, qui sont des données tabulées.

Lorsque l'appareil est associé à un circuit comprenant des sectionneurs, il est possible de prévoir une correction de la valeur de l'échauffement (ΔT) pour tenir compte de l'état ouvert ou fermé des sectionneurs.

On corrige la valeur de l'échauffement (ΔT) pour tenir compte des conditions climatiques (vent, enneigement).

L'invention a également pour objet un dispositif pour la détermination de la masse volumique d'un gaz d'isolement d'un appareil électrique au voisinage des pièces parcourues par le courant, caractérisé en ce qu'il comprend:

- 5 - un capteur de température placé au voisinage de l'appareil et fournissant une température de référence ($T_{\text{réf}}$),
- un dispositif de mesure de l'intensité (I_A , I_B , I_C) des courants dans l'appareil,
- 10 - des liaisons pour acheminer les valeurs de la température de référence ($T_{\text{réf}}$) et les valeurs (I_A , I_B , I_C) des intensités vers un microprocesseur programmé pour fournir, en fonction de la valeur du courant et pour diverses températures de référence, l'échauffement (ΔT) du
- 15 gaz au-dessus la température de référence, ces valeurs d'échauffement ayant été préalablement déterminées par des essais ou par un modèle mathématique, le microprocesseur étant programmé pour additionner les valeurs de la
- 20 température de référence ($T_{\text{réf}}$) et de l'échauffement (ΔT) de manière à obtenir la valeur corrigée (T) de la température du gaz,
- un dispositif de mesure de la pression (P) du gaz de l'appareil,
- une liaison pour acheminer vers le microprocesseur
- 25 la valeur (P) de la pression dans l'appareil, le microprocesseur étant programmé pour fournir la valeur (ρ) de la masse volumique du gaz à partir des équations d'état du gaz qui sont stockées dans une mémoire du microprocesseur,
- 30 - des moyens de signalisation et d'alarme commandés par le microprocesseur lorsque la valeur calculée de la masse volumique atteint en décroissant une ou plusieurs valeurs de seuil.

Facultativement, le dispositif comprend en outre une

35 sonde thermique image de l'appareil et placée à proximité de ce dernier dont l'indication est fournie au microprocesseur

pour appliquer une correction à la valeur calculée de la masse volumique.

Avantageusement, le microprocesseur est programmé pour inhiber les commandes d'alarme et de signalisation pendant une durée déterminée lorsque la valeur du courant croît brusquement d'une valeur donnée.

Le dispositif de mesure de pression est un capteur associé à un circuit électronique compensé en température.

En variante, le dispositif de mesure de pression est thermostaté.

Un exemple de mise en oeuvre du procédé est décrit en référence au dessin annexé dans lequel:

- la figure 1 est un schéma synoptique illustrant le procédé selon l'invention de détermination de la masse volumique du gaz, en une zone inaccessible de l'intérieur d'un appareil électrique,

- la figure 2 est une vue illustrant les variations d'échauffement du gaz en fonction des variations brusques de courant, mettant en évidence les constantes de temps thermiques des appareils,

- la figure 3 est une vue schématique du dispositif de mesure de la masse volumique du gaz d'isolement d'un disjoncteur conventionnel situé en plein air.

Dans la Fig. 1, la référence 10 désigne un organe de mesure de la température; comme il a déjà été indiqué, ce organe est placé le plus près possible du volume surveiller (pour un appareillage de type blindé, l'organe de mesure de la température sera placé au voisinage de l'enveloppe métallique; pour un disjoncteur de type conventionnel sur colonnes isolantes, l'organe sera placé pour mesurer la température ambiante régnant autour des colonnes du disjoncteur, en général à la base des colonnes isolantes). On désignera dans la suite par T_{ref} (température de référence) la température mesurée par l'organe 10.

La référence 15 désigne un microprocesseur programmé pour calculer l'échauffement ΔT du gaz, c'est à dire l

différence entre la température régnant dans l'appareil au voisinage des conducteurs et la température de référence.

Le microprocesseur reçoit les valeurs IA, IB et IC des courants des diverses phases de l'appareil (si l'appareil est constitué de trois éléments monophasés identiques, une seule valeur de l'intensité est retenue, par exemple la plus élevée). Dans la mémoire du microprocesseur, il a été enregistré les valeurs de l'échauffement en fonction des valeurs du courant et ce, pour diverses valeurs de la température de référence. Ces valeurs d'échauffement sont obtenues, soit au moyen d'essais en usine de l'appareillage, soit au moyen d'un modèle mathématique.

La calcul de l'échauffement peut être encore amélioré en tenant compte de la position ouverte ou fermée des sectionneurs équipant l'appareillage, l'échauffement pouvant varier selon l'état des sectionneurs. Un capteur 19 fournit au microprocesseur l'état des divers sectionneurs a, b, c et le microprocesseur choisit parmi des tables de correction celle qui correspond à l'état global de l'appareil.

La valeur ΔT de l'échauffement est adressé à un additionneur 22 qui effectue le calcul de la température T du gaz au sein de l'appareil, par simple addition de la température de référence $T_{\text{réf}}$ et de la valeur de l'échauffement ΔT .

La valeur T est adressée à un microcalculateur 24 dans lequel sont tabulées en mémoire les fonctions d'état du gaz de l'appareil, sous la forme:

$$\rho = F(T, P)$$

Ces fonctions d'état sont bien connues et tabulées. (Voir en particulier: Equations Beattie, Bridgmann Döring, etc. qui tiennent compte en particulier du phénomène de liquéfaction).

La pression P est fournie par un organe de mesure de pression 25 relié à l'appareil à surveiller.

Le procédé peut être amélioré par la prise en compte de la constante de temps thermique de l'appareil.

En effet, l'application du courant dans les jeux de barres ou conducteurs de l'appareil se traduit par un échauffement dont la valeur d'équilibre n'est obtenue qu'après un certain délai à partir de l'instant
5 d'établissement du courant. La durée de ce délai, ou constante de temps thermique, dépend de la température de référence.

La figure 2A montre les variations du courant, passant d'une valeur 0 à une valeur I_1 , puis à une valeur I_2 : la
10 courbe 2B montre l'allure de la courbe d'échauffement ΔT qui prend des valeurs successives ΔT_1 et ΔT_2 avec des constante de temps G_{T1} et G_{T2} fonction de l'écart de courant et de la température.

Si la température de référence est celle de
15 l'enveloppe contenant le gaz (cas d'un poste blindé) la constante de temps est indépendante des conditions climatiques (vent, neige, etc...). Elle peut être prise en compte dans l'algorithme de correction, le calcul de l'échauffement faisant alors intervenir les variations
20 temporelles lentes du courant.

Si la température de référence n'est pas celle de l'enveloppe, la constante de temps va dépendre des conditions climatiques; pour tenir compte de ce paramètre, un moyen préférentiel est d'utiliser une sonde 17, "image
25 thermique" du volume à surveiller, dont la forme et le lieu d'installation lui confèrent une sensibilité aux intempéries identiques à celles du volume à surveiller. Le programme de calcul du microprocesseur 15 tient compte de l'information donnée par la sonde 17.

30 En variante, et pour éviter la mise en oeuvre de matériels complexes pour la mesure de conditions climatiques, une disposition de l'algorithme permet d'inhiber les commandes d'alarme et de verrouillage relatives au seuil programmé pendant une durée fonction de
35 la constante de temps thermique, à la suite d'une variation significative du courant.

Une variation de courant est considérée comme significative si elle entraîne en régime établi une variation d'échauffement supérieure à celle nécessaire à la classe de précision demandée.

5 En général, l'appareil 25 fournissant l'information de pression P est un capteur électronique. La précision de cet appareil doit être compatible, pour toute la plage de température du gaz lors du fonctionnement de l'appareil, avec les objectifs de précision de mesure de la masse
10 volumique du gaz.

Les capteurs de pression utilisés couramment nécessitent une correction qui peut être réalisée en munissant le capteur de pression d'un capteur de température pilotant un circuit de compensation.

15 Une variante, moins coûteuse, consiste à thermostatier le capteur de pression au moyen d'une enveloppe thermiquement isolante contenant un ou plusieurs éléments chauffants auto-régulés, ou à équiper le transducteur constitué par le capteur de pression et son circuit
20 électronique associé d'un dispositif de chauffage auto-régulé.

La figure 3 illustre un mode de mise en oeuvre du procédé de l'invention.

Dans un local 30 est placé un microprocesseur 31
25 programmé pour le calcul de l'échauffement ΔT à partir des valeurs de la température et du courant et pour le calcul de la masse volumique à partir de l'équation d'état du gaz.

Dans l'exemple de la Fig.3, l'appareil est un disjoncteur conventionnel à SF6, dont il a été représenté
30 une phase 32.

Un capteur de pression 32A fournit au microprocesseur, par une liaison appropriée 33, la valeur de la pression P.

Un transformateur de courant 34 fournit par une
35 liaison 35 la mesure du courant de la phase considérée.

Un dispositif de mesure de la température 36, placé au pied de la colonne du disjoncteur, fournit la valeur de la température de référence Tréf qui est acheminée par une liaison 37.

5 Enfin, une sonde 38, réalisant l'image thermique du disjoncteur et qui est disposée à son voisinage, fournit au microprocesseur une information sur les variations de conductivité thermique du disjoncteur; cette information est acheminée par une liaison 39.

10 Le dispositif est complété par des organes de signalisation et d'alarme, symbolisés par les pictogrammes 41 et 42.

 L'invention n'est pas limitée à l'exemple décrit. En particulier on peut, sans sortir du cadre de l'invention,
15 apporter des modifications de détail et remplacer certains moyens par des moyens équivalents.

REVENDEICATIONS

- 1/ Procédé pour déterminer la masse volumique d'un gaz d'isolement d'un appareil électrique au voisinage des pièces parcourues par le courant, caractérisé en ce qu'il comprend
5 les étapes suivantes:
a) on mesure une température de référence ($T_{\text{réf}}$) extérieure à l'appareil au voisinage de celui-ci,
b) on mesure le courant (I_A , I_B , I_C) traversant l'appareil et l'on détermine, à partir des valeurs d'échauffement du
10 gaz en fonction de la valeur du courant et pour diverses températures de référence, l'échauffement (ΔT) du gaz au-dessus la température de référence, ces valeurs d'échauffement ayant été préalablement déterminées par des essais ou par un modèle mathématique,
15 c) on calcule la température du gaz (T) par addition de la température de référence ($T_{\text{réf}}$) et de l'échauffement (ΔT),
d) on mesure la pression (P) du gaz à l'intérieur de l'appareil,
e) on calcule la masse volumique ρ du gaz à partir des
20 équations d'état $\rho = F(T, P)$ du gaz, qui sont des données tabulées.
- 2/ Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'on corrige la valeur de l'échauffement (ΔT) pour tenir compte de l'état ouvert ou fermé des sectionneurs disposés dans le
25 circuit de l'appareil.
- 3/ Procédé selon l'une des revendication 1 et 2, caractérisé en ce qu'on corrige la valeur de l'échauffement (ΔT) pour tenir compte des conditions climatiques (vent, enneigement).
- 4/ Dispositif pour la détermination de la masse volumique
30 d'un gaz d'isolement d'un appareil électrique (32) au voisinage des pièces parcourues par le courant, caractérisé en ce qu'il comprend:
- un capteur de température (36) placé au voisinage de l'appareil et fournissant une température de référence
35 ($T_{\text{réf}}$).

- un dispositif (34) de mesure de l'intensité (IA, IB, IC des courants dans l'appareil,
 - des liaisons (37, 35) pour acheminer les valeurs de la température de référence ($T_{réf}$) et les valeurs (IA, IB, IC des intensités vers un microprocesseur (31) programmé pour fournir, en fonction de la valeur du courant et pour diverses températures de référence, l'échauffement (ΔT) du gaz au-dessus de la température de référence, ces valeurs d'échauffement ayant été préalablement déterminées par des essais ou par un modèle mathématique, le microprocesseur étant programmé pour additionner les valeurs de la température de référence ($T_{réf}$) et de l'échauffement (ΔT) de manière à obtenir la valeur corrigée (T) de la température du gaz,
 - un dispositif de mesure de la pression (P) du gaz dans l'appareil,
 - une liaison (33) pour acheminer vers le microprocesseur la valeur (P) de la pression dans l'appareil, le microprocesseur étant programmé pour fournir la valeur de la masse volumique du gaz à partir des équations d'état du gaz qui sont stockées dans une mémoire du microprocesseur,
 - des moyens de signalisation (41) et d'alarme (42) commandés par le microprocesseur lorsque la valeur calculée de la masse volumique atteint en décroissant une ou plusieurs valeurs de seuil.
- 5/ Dispositif selon la revendication 4, caractérisé en ce qu'il comprend en outre une sonde (38) constituant une image de l'appareil et placée à proximité de ce dernier dont l'indication est fournie au microprocesseur pour appliquer à la valeur calculée de la masse volumique, une correction complémentaire tenant compte des variations climatiques telles que le vent ou l'enneigement.
- 6/ Dispositif selon l'une des revendications 4 et 5 caractérisé en ce que le microprocesseur est programmé pour inhiber les commandes d'alarme (41) et de signalisation (42)

pendant une durée déterminée lorsque la valeur du courant croît ou décroît brusquement d'une valeur donnée.

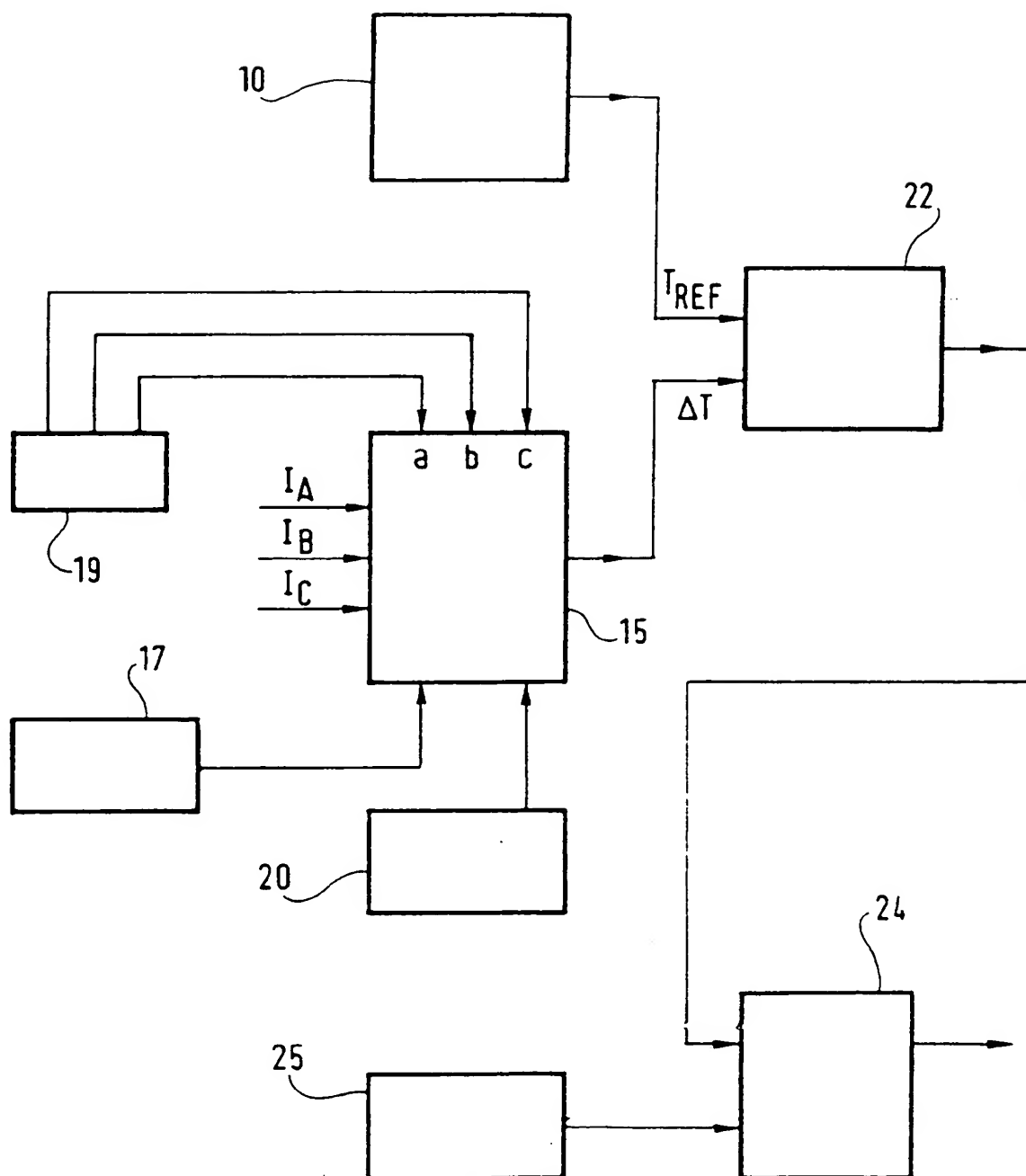
7/ Dispositif selon l'une des revendications 4 à 6, caractérisé en ce que le dispositif de mesure de pression
5 (32A) est un capteur associé à un circuit électronique compensé en température.

8/ Dispositif selon l'une des revendications 4 à 6, caractérisé en ce que le dispositif de mesure de pression
(32A) est thermostaté.

10

1/3

FIG.1



2/3

FIG. 2A

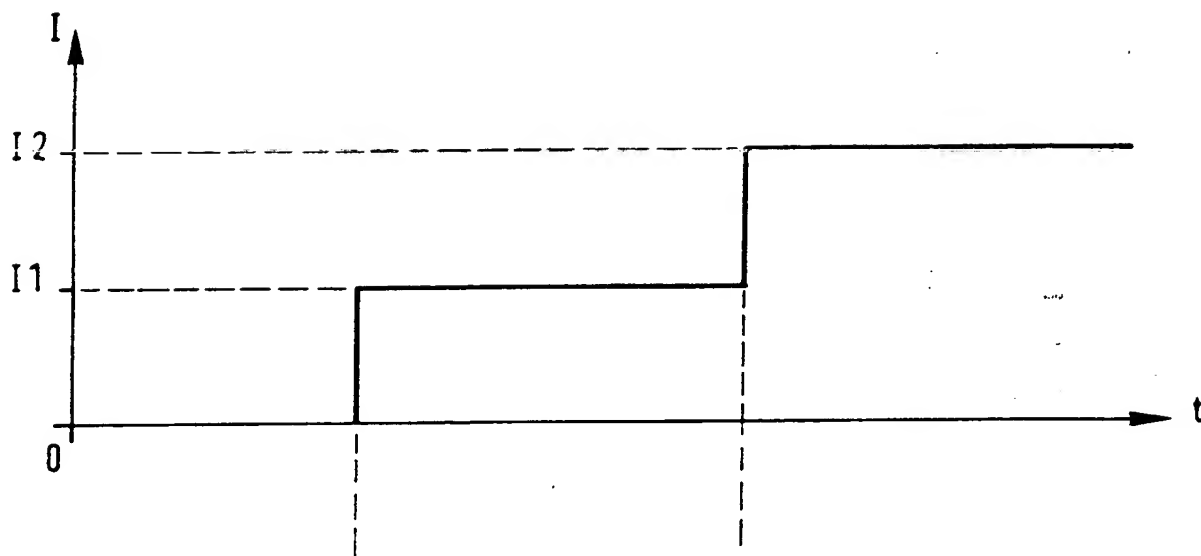
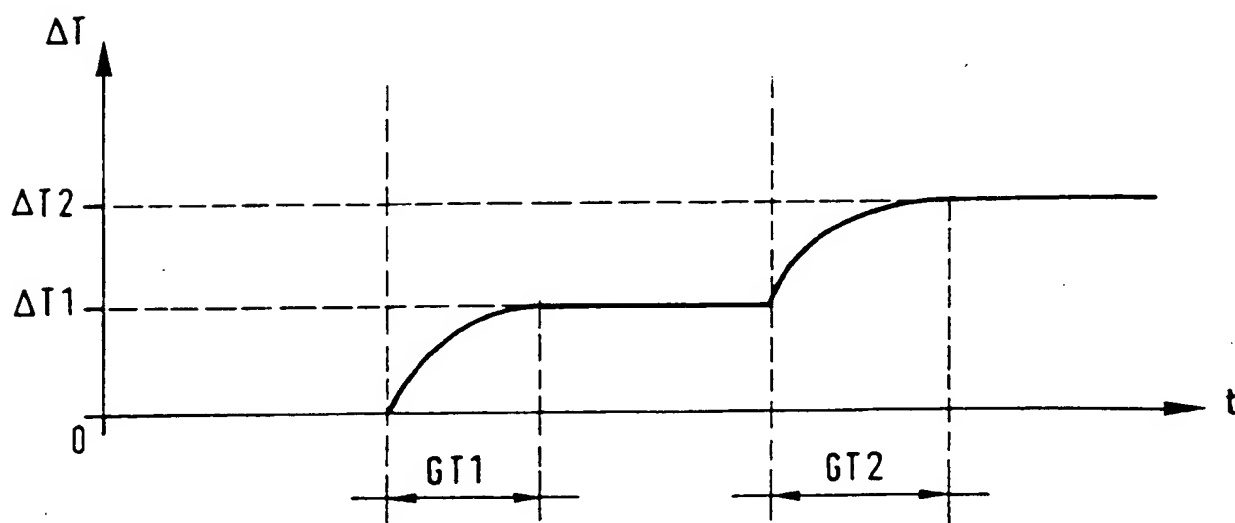
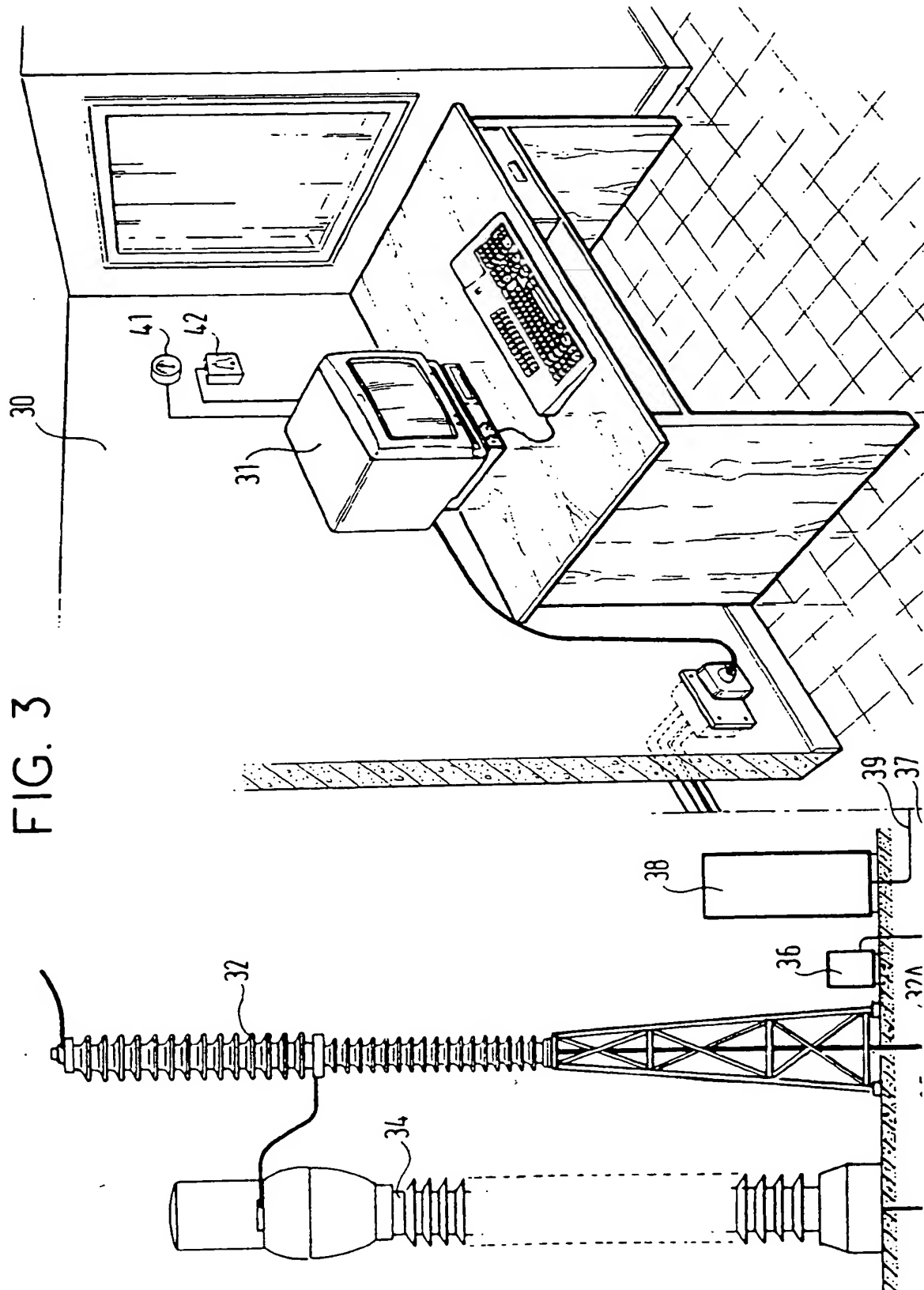


FIG. 2B



3/3



RAPPORT DE RECHERCHE
PRELIMINAIREétabli sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la rechercheN° d'enregistrement
nationalFA 514315
FR 9505853

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
A	DE-A-39 10 696 (SACHSENWERK AG) 18 Octobre 1990 * le document en entier * ---	1,4
A	DE-A-26 07 158 (LICENTIA GMBH) 25 Août 1977 * page 5 - page 7 * ---	1,4
A	DE-A-34 28 322 (SACHSENWERK LICHT & KRAFT AG) 13 Février 1986 * le document en entier * -----	1,4
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. CL. 6)
		H02B H01H G01N G01L
Date d'achèvement de la recherche		Examineur
31 Janvier 1996		Bindon, C
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		
T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons ----- & : membre de la même famille, document correspondant		

EPO FORM 1503 Q1.02 (P&C13)

1

THIS PAGE BLANK (USPTO)